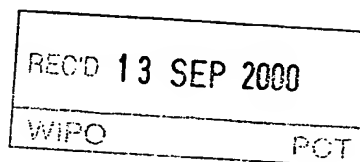


PCT/DK00/00448

DU00/448



4

Kongeriget Danmark

Patentansøgning nr.: PA 1999 01115
Indleveringsdag: 10 august 1999
Ansøger: Per Skafte Hansen
Gl. Hareskovvej 305 st.
DK-3500 Værløse

Herved bekræftes følgende oplysninger:

Vedhæftede fotokopier er sande kopier af følgende dokumenter:

- Beskrivelse, krav, sammendrag og tegninger indleveret på ovennævnte indleveringsdag.

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)



Patent- og
Varemærkestyrelsen
Erhvervsministeriet

Taastrup, 14 august 2000


Karin Schlichting
Kontorfuldmægtig

Modtaget PD

1 AUG. 1999

Dato:

10.08.99

Ansøger:

Per Skafte Hansen
Gl. Hareskovvej 305 st
3500 Værløse

Benævnelse:

Indkodning af et stereogram som ét farvebillede

1 Opfindelsens anvendelsesområde:

Opfindelsen tjener til at realisere et givet farvestereogram, der består af to farvebilleder, som ét farvebillede til betragtning gennem to forskelligt farvede optiske filtre.

Som sådan kan opfindelsen anvendes overalt, hvor stereoskopiske billeder anvendes: teknisk-videnskabelig visualisering, kunst, underholdning m.m.

2 Teknikkens standpunkt

Den klassiske *anaglyf*-metode til indkodning af stereoskopiske billeder tillader gengivelse af venstre og højre delbillede af et stereogram som ét samlet billede. I den mest gængse udformning er de to delbilleder monochrome (altså: "gråtone-billeder"), typisk endda stregtegninger, og de gengives i hver af to spektralt adskilte farver, typisk rød og grøn eller rød og cyan. Ved betragtning gennem tilsvarende farvede betragtningsfiltre — i tilfældet rød-grøn altså et rødt filter for det øje, der skal betragte det i rødt gengivne delbillede og et grønt filter for det øje, der skal betragte det i grønt gengivne — opfyldes betingelsen for stereoskopisk effekt, hvis den spektrale adskillelse mellem filtrene indbyrdes, mellem gengive-farverne indbyrdes og mellem filtre og gengive-farver indbyrdes, er tilstrækkelig: hvert af betragterens øjne modtager visuel information om netop ét delbillede. Monochrom anaglyf-teknik fungerer, korrekt implementeret, excellent for både *frontal-stereogrammer* (hvor normalerne fra betragterens øjepunkter har deres fodpunkter i billedplanen nær billedets centrum) og *oblik-stereogrammer* (hvor normalerne fra betragterens øjepunkter har deres fodpunkter i billedplanen nær randen af eller uden for billedet, og billedet derfor væsentligst betragtes under en vinkel forskellig fra 90 grader).

Den klassiske anaglyf-metode har været forsøgt udvidet til en *farve-anaglyf-teknik*. Fremgangsmåden er den samme som ved gengivelse af monochrome billeder, blot sker adskillelsen nu mellem dele af farveindholdet i de to delbilleder. Eksempelvis vil man, ved brug af en farveanaglyf-metode baseret på en kombination af et rødt og et cyan betragtningsfilter samle rød-indholdet af det ene delbillede med grøn-og-blå-indholdet af det andet delbillede (under antagelse af *tristimulus*-hypotesen og under brug af en tre-komponent-repræsentation af det stereogram, der skal gengives). Hvis de spektrale adskillelser igen er tilstrækkelige, vil betragteren opleve en stereoskopisk effekt, af samme grund som ved anaglyf-gengivelse af et monochromt billede; og der vil være en vis farve-effekt.

Begrænsningen ved den klassiske farve-anaglyf-teknik viser sig dels i form af vanskeligheder ved på én og samme tid at opnå spektral adskillelse i filtre og gengive-farver og en acceptabel transmissivitet igennem filtrene af gengive-farverne; dels ved, at det menneskelige øje-hjerne-system tilsyneladende ikke formår at sammensmelte de adskilte farve-elementer, når én delmængde transmitteres til ét øje, den komplementære til det andet.

I en tidligere indsendt dansk patentansøgning (nr. PA 1998 01342, Sv.B. Sørensen, Per Skaftø Hansen og N.L. Sørensen) beskrives en teknik, der tillader brug af betragtningsfilterpar, hvor betingelsen om spektral adskillelse mellem filtrene indbyrdes, mellem gengive-farverne indbyrdes og mellem filtre og gengive-farver indbyrdes erstattes af et sæt af ulighedsbetingelser med et større løsningsrum end blot mængden af spektralt komplementære filtepar. Dog er gengive-farverne stadig opdelt i to komplementære delmængder, og det ene af filtrene skal i henhold til beskrivelsen i patentansøgningen i det væsentligste være tæt over for farverne i den ene af disse to delmængder. Samtidig udtrykkes gengivelsen af ét del-billede helt og holdent ved den ene af de komplementære farve-delmængder og gengivelsen af det andet del-billede helt og holdent ved den anden af de komplementære farve-delmængder.

Ad denne vej er, ifølge beskrivelsen i patentansøgning nr. PA 1998 01342, opnået gengivelse af en større del af det perceptuelle farverum end den klassiske farve-anaglyf muliggør; men kravet om spektral tæthed af det ene betragtningsfilter gør det stadig vanskeligt at opnå en balanceret transmissivitet.

3 Opfindelsens mål og de tekniske midler

Nærværende opfindelses mål er at tillade brug af betragtningsfiltre og gengive-farver, der ikke nødvendigvis opfylder kravene om spektral adskillelse, ej heller ulighedsbetingelserne i patentansøgning nr. PA 1998 01342. Derved opnås, som forklaret i det følgende, en yderligere forøgelse af omfanget af det gengivne farverum, en forbedret balance imellem transmissiviteterne af de to betragtningsfiltre og et større antal frihedsgrader i den kombinerede behandling af farvegengivelse og stereoskopisk effekt.

Midlerne hertil er anvendelsen af en opdeling af gengive-farverne i tre essentielt komplementære delmængder og brug af to af disse til gengivelse af stereogrammets ene delbillede, andre to til gengivelse af det andet delbillede, og endelig af den fælles af disse farve-delmængder til gengivelse af et tredje billede, unikt for opfindelsens metode, hvorefter de tre således gengivne (del-)billeder sammenlægges til ét billede; dvs. i indkodningsprocessen

influerer delbillederne på hinandens indkodning gennem den fælles gengive-farve-mængde. I sin mest komplekse implementering antager opfindelsen karakter af en optimeringsproces, hvor den nys anførte beskrivelse skal forstås som gældende på billedelement-niveau.

4 Vokabular

I den efterfølgende beskrivelse antages et kendskab til stereofotografering som beskrevet i Jac. G. Ferwerda: *The World of 3-D*, Nederlandse Vereniging voor Stereofotografie, 1982; til programmering af stereobilleder som beskrevet i D.F. McAllister (red.): *Stereo Computer Graphics and Other True 3D Technologies*, Princeton University Press, 1993; til analyse af stereoskopiske billeder som beskrevet i N. Ayache: *Artificial Vision for Mobile Robots - Stereo Vision and Multisensory Perception*, MIT Press, 1991; til farveteori som beskrevet i G. Wyszecki og W.S. Stiles: *Color Science*, 2. udg., Wiley, 1982; og til farvestyring som beskrevet i M.D. Fairchild: *Color Appearance Models*, Addison-Wesley, 1998. Desuden kræver den fulde implementering af opfindelsen kendskab til numerisk optimering, som for eksempel beskrevet i L.E. Scales: *Introduction to Non-linear Optimization*, MacMillan, 1985. Endelig er et elementært kendskab til generel numerisk analyse, som for eksempel beskrevet i J. Stoer og R. Bulirsch: *Einführung in die Numerische Mathematik* bd. I+II, Springer-Verlag, 1978 næsten uomgængeligt ved realisering af de beregningsbaserede implementeringer af opfindelsen.

Nærværende tekstafsnit tjener derfor mest som et kommenteret *vokabular*, der skal etablere den herefter anvendte betydning af en række ord. Det vil blandt andet blive forudsat, at et stereogram, der skal indkodes ved hjælp af en metode beskrevet nedenfor, i det fornødne omfang har været gjort til genstand for farvestyrings-forbehandling osv.

Fra stereoskopien er *homologe punktpar* det centrale begreb for opfindelsens fulde realisering: hvis et stereogram opfattes som bestående af to delbilleder, V og H, kaldes et punkt PV i V homologt med et punkt PH i H, og parret (PV, PH) et par af homologe punkter, eller, med en let sproglig forvanskning, et homologt punktpar, hvis de er afbildninger af ét og samme punkt i scenen. Der kan forekomme punkter i V uden et homologt punkt i H og *vice versa*, typisk i forbindelse med *overdækning*, hvor et scene-element i forgrunden dækker forskellige scene-elementer i baggrunden, afhængigt af betragtningspunktet.

Det såkaldte *korrespondance-problem*, som er emne for en omfattende litteratur, herunder et stort antal publicerede algoritmer, går ud på for et givet delbilled-par at bestemme de homologe

punktpar. Bemærk, at hvis stereogrammet genereres ved *rendering* (optegning) af f.eks. en Computer Aided Design-model, kan korrespondance-problemet løses som en del af optegningen ved at monitorere scene-punkternes optegning i de to delbilleder. Dette forudsætter almindeligvis adgang til at modificere eller udbygge optegningsprogrammet.

Til en række anvendelser vil et estimat af løsningen til korrespondance-problemet, snarere end en algoritmisk løsning, være tilstrækkelig. Et sådant estimat kan f.eks. opnås ved identifikation af udvalgte homologe punktpar.

Ved farve-indkodede stereogrammer som beskrevet i nærværende patentansøgning, overføres, som ved klassiske anaglyffer, V og H i ét billede, og de to punkter i et homologt punktpar vil almindeligvis ikke overføres som sammenfaldende, idet den stereoskopiske effekt netop knytter sig til deres *parallaktiske* separation. Ét billedpunkt kan derfor, som hovedregel, opfattes som positionen af både et punkt i V og et punkt i H, hvis homologe punkter er to adskilte billedpunkter, der igen hver især kan opfattes som positionerne af to punkter (ét i V og ét i H) osv. Løsningen til korrespondance-problemet skal derfor i dette tilfælde udtrykkes ved *lister* af sådanne sammenhørende punkter: et punkt, dets homologe punkt mod højre (f.eks.), dets homologe punkt mod højre, osv.

Begreberne *farverum* og *farve-gamut* benyttes undertiden synonymt, men bør holdes adskilt, idet et farverum er en abstraktion, mens en farve-gamut er den totale fysiske realiserbare mængde af farver associeret med et specifikt gengive-apparat. *Tristimulus*-hypotesen udsiger, at det menneskelige øje-hjernesystems perceptuelle farverum er tre-dimensionalt; *Grassmans* love udsiger, at der kan etableres et koordinatsystem i dette farverum, således at farvesammenligning er symmetrisk, transitiv og lineært skalérbar, og farvesammensætning er lineært additiv. Imidlertid er *metrikken* på et sådant farverum ikke Euklidisk, dvs. opnåelse af et simpelt måltal for afvigelsen mellem to farver kræver overgang til komplicerede koordinatrepræsentationer (og er i øvrigt ikke endegyldigt opnået). Af samme grund er "addition" af billeder ikke nødvendigvis et spørgsmål om simpel lineær addition af koefficienter efter den valgte koordinat-repræsentation.

I praktisk arbejde med en fysisk farve-gamut står man sig ved at opdele de til rådighed stående farver i *farve-grupper*, som kan have "indre" frihedsgrader. Bemærk, at en farve-gamut i denne forstand kan have et stort antal frihedsgrader uden derfor at udspænde et tre-dimensionalt farverum.

Opdelingen af "farver" i "farvegrupper" er dels foranlediget af, at: de fleste lysafgivende gengive-systemer benytter *fosforer* med spektral-karakteristikker, der vanskeligt kan tilnærmes ved spektrale monochromatorer; lys-transmitterende gengive-systemer som foreksempel lysbilled-projektorer kan kun indirekte siges at besidde egne separate gengive-farver, idet en

bedre model er at betragte lysbilledets farvelags absorptionskarakteristikker sammen med projektorens lyskildes spektralkarakteristik; og at forholdene i forbindelse med lysreflektion fra farve-tryk er meget afhængige af disses natur. Eksempelvis vil et halvtone-tryk i farverne cyan, magenta og gul (her midlertid forkortet C, M, Y, bogstavet M bruges senere i en anden betydning) på papir i "farven hvid" (her forkortet W) afgive reflekteret lys i otte adskilte "farver": W, C, M, Y, C|M, C|Y, M|Y, C|M|Y, hvor "|" angiver resultatet af absorbtiv blanding af trykfarverne; og flervalse-tryk (med benyttelse af mere end tre koloranter plus eventuelt sort), giver af samme grund anledning til endnu flere adskilte "farver".

Det er således nødvendigt at opfatte et farverum som værende tre-dimensionalt, dvs. med tre *frihedsgrader*; og en farve-gamut som bestående af alle farver, der kan realiseres ved positivt vægtede kombinationer af elementer hentet fra gengive-mediets farve-grupper. I krav-teksten benyttes betegnelsen "farve-subdomæne", for at tillade disse fortolkninger i en konkret realisering.

For at gøre den efterfølgende tekst kortere indføres begrebet en "koderamme", som betegner det sæt af abstraktioner der skal stå til rådighed, for at opfindelsen kan praktiseres ad beregnings-teknisk vej. (Hvor opfindelsen realiseres ad optisk vej, er koderammen kun implicit tilstede; og hvor f.eks. billed-repræsentationen udgøres af et analogt medium er farve-værdier kun tilgængelige i form af sværtningsgrader). Tre typer af sådanne koderammer er påkrævet i den følgende tekst, og de er lettest beskrevet i faldende nummerorden:

En koderamme af type 3 udgøres således af

- et *billed-farverum* med tre frihedsgrader
- et *gengive-farverum* med tre frihedsgrader og en farve-gamut opdelt i mindst tre farve-grupper, der hver udspænder mindre end tre af gengive-farverummets frihedsgrader
- en *billed-farveseparationsprocedure*, der tillader opsplitting af et billede i delbilleder, hvert delbillede udtrykt i færre end det totale antal farvegrupper
- en *billed-additionsprocedure*, der tillader sammenlægning af delbilleder, essentielt ved billed-elementvis sammenlægning af delbilledernes farve-indhold
- en *gengivelses-procedure*, der tillader gengivelse af et billede i gengive-farverne, når dets repræsentation udtrykt i billedfarverne er kendt
- en *opdeling* af billed-farverummet i tre komplementære, ikke-tomme delmængder, herefter betegnet B1, B2 og B3, således at enhver farve i billed-farverummet kan opnås ved at anvende billed-additionsproceduren på højst tre separate farver, én fra hver af B1, B2 og B3

En koderamme af type 2 er en koderamme af type 3, der tillige besidder

- en løsningsmetode til *korrespondance-problemet*

En koderamme af type 1 er en koderamme af type 2, der tillige besidder

- en *urbilled-model* for betragterens opfattelse af den kombinerede farve i et par af homologe punkter i det oprindelige stereogram
- en *finalmodel* for betragterens opfattelse af den kombinerede farve i et par af homologe punkter i et resulterende indkodet stereogram, således som det tager sig ud betragtet gennem det aktuelle par af betragtningsfiltre
- et *måltal* for forskellen mellem (model-værdierne af) to opfattede farver, således at det er muligt at angive det *formelle afvigelsesmål* mellem et par af model-værdier (urbilled-model, final-model) hørende til samme homologe punkt-par
- en *udvidelse* af dette måltal til anvendelse på en vilkårlig *homologiliste* af sammenhørende homologe punktpar, således som den bestemmes ved løsning af korrespondance-problemet

5 Detaljeret beskrivelse af opfindelsen og dens virkning

I sin simpleste realisering kan opfindelsen siges at hvile på følgende iagttagelse:

Antag, at et givet stereogram består af delbillederne V og H, repræsenteret som *arrays* af billedelementer, hvert billedelement bestående af tre farve-komponenter K, L, M. Hvis: 1) delbillede V separeres efter komponenter, i VK, VL og VM; 2) delbillede H tilsvarende i HK, HL og HM; og 3) et tredje billede T (et "midterøje-billede", der kan optages eller genereres uafhængigt af V og H eller beregnes på grundlag af V og H) på samme måde i TK, TL, TM; så kan det indkodede stereogram opfattes som værende sammensat af VL, HK og en udjævnet ("sløret") version af TM. Thi:

Når et billede, sammensat af VK og TM betragtes gennem et filter FV, der transmitterer farvegruppen K med lille tab af intensitet, farvegruppen M med et vist tab af intensitet og farvegruppen L med stort tab af intensitet, er resultatet et billede med farver fra K og M. Sløringen af TM opvejes i høj grad af, at VK opfattes som skarpt, hvorfor afvigelsen af TM fra VM ikke erkendes fuldt ud. Når tilsvarende et billede, sammensat af HL og TM betragtes gennem et filter FH, der transmitterer farvegruppen L med lille tab af intensitet, farvegruppen M med et vist tab af intensitet og farvegruppen K med stort tab af intensitet, er resultatet et billede med

farver fra L og M. Sløringen af TM opvejes igen i høj grad af, at HL opfattes som skarpt, og afvigelsen af TM fra HM er igen mindre væsentlig for betragteren. Når VL, HK og det "slørede" TM sammensættes og betragtes gennem FV og FH (ét foran hvert af betragterens øjne, som i den klassiske farveanaglyf-teknik), er det observerede resultat et stereogram med et stort perceptuelt farverum og fuld stereoskopisk effekt. Det er almindelig kendt i stereoskopien, at stereoskopisk fusion i høj grad formår at ophæve sløring af ét eller begge delbilleder, dvs. sløringen af TM reduceres perceptorisk yderligere, når det resulterende billede betragtes stereoskopisk. Samtidig kan filtrene FV og FH bringes i relativt god balance i henseende til transmittivitet, eftersom de begge er delvis åbne for farvegruppen M.

Hvor et eksisterende stereogram skal indkodes på den nys beskrevne måde, må billedet T betegnes eller på anden vis genereres ud fra billederne V og H.

Hvor indkodningen skal foretages ad rent optisk vej, som en del af optagelsen af stereogrammet, optages V gennem et separationsfilter, der væsentligst transmitterer farvegruppen K; T gennem et separationsfilter, der væsentligst transmitterer farvegruppen M — og tillige igennem et linsesystem, hvis skarphedsområde kan begrænses til den del af scenen, der i den færdige gengivelse vil blive opfattet som liggende i *stereovinduets* plan, eller i *nær-planen*, eller i den plan, der ønskes gengivet skarpt — og H gennem et separationsfilter, der kun transmitterer farvegruppen L.

Ved digitalt genererede billeder, såvel som ved digital efterbehandling af konventionelle stereogrammer kan en forbedret effekt opnås som følger:

Antag, at FV transmitterer farvegruppen L, eller FH farvegruppen K, med en utilstrækkelig reduktion i intensitet, således at betragteren af et stereogram indkodet som ovenfor beskrevet vil opleve et (dæmpet) dobbeltbillede i V eller H eller begge del-billeder. TM kan da modificeres ved indlejring af en intensitets-skaleret kopi af H, hhv. V, eventuelt suppleret med en intensitets-skaleret kopi af et ensfarvet billede. Kopierne af H hhv. V vil typisk skulle skaleres med negative tal, og det supplerende ensfarvede M-billede tjener til at opretholde farvebalancen. Effekten er, at det uønskede L-bidrag fra H i V, hhv. K-bidrag fra V i H, hver suppleres med et svagere "negativ", gengivet i farvegruppen M. Hvis relationerne mellem intensitets-reduktionerne gennem FV og FH af K, L og M er kendt og udnyttes korrekt (de er i reglen ikke-lineære), vil dobbeltbillederne reduceres fra intensitets-variationer til svage farvestik, der er langt vanskeligere at erkende i sig selv og, ligesom "sløringen" af T, endnu vanskeligere at erkende, når billedet betragtes stereoskopisk.

Disse første realiseringer kræver en koderamme af type 3, som ovenfor beskrevet. De kan implementeres optisk, algoritmisk eller i form af elektroniske filtre, der virker på billedsignalerne fra to eller tre lysfølsomme kredse. Når deres realisering antager karakter af optiske eller elektronisk aggregater, kan disse monteres på eller i kameraer.

Hvis der foreligger en løsning til korrespondance-problemet, eventuelt blot i form af et estimat som ovenfor beskrevet, kan udjævningsprocessen af T varieres med parallax-differensen, således at den er mindst, når parallax-differensen antager sin numerisk mindste værdi og størst, når denne er størst. Herved opnås, at den del af billedet, der viser motiv-dele beliggende i stereovinduet plan (hhv. nærplanen, hhv. billedplanen ved oblik-stereogrammer) tegnes skarpest, også ved betragtning af billedet uden de farvede filtre. Dette kan opfattes som en efterligning af den optiske indkodning og kræver en koderamme af type 2.

Den fulde implementering af opfindelsen kræver en koderamme af type 1:

For hver liste af homologe punktpar, bestemt ved løsning af korrespondance-problemet, opstilles og løses det optimeringsproblem der udtrykker, at måltallet for afvigelsen mellem sammenhørende par af model-værdier, dvs. urbilled-model og finalmodel hørende til samme homologe punkt-par, antager sit minimum. Den resulterende liste af farveværdier udgør da billedfarve-repræsentationen for de tilsvarende billedpunkter. For lister bestående af et enkelt punkt vælges typisk en farve, der repræsenterer et gennemsnit, evt. et vægtet gennemsnit, af farverne i de to tilsvarende positionerede punkter i delbillederne.

De tidligere beskrevne simple metoder kan opfattes som approximationer til den fulde optimering og som afledt heraf. Approximationsgraden er bl.a. afhængig af valget af modeller og måltals-bestemmelser i den fulde optimering, og af valget af separations-, additions- og gengivelsesprocedurer i de respektive metoder.

6 Aspekter

I et første aspekt angår opfindelsen indkodning af et stereogram resulterende i et farvebillede til betragtning gennem to forskelligt farvede optiske filtre, hvor den farvefordeling, der giver betragteren en kombination af farveoplevelse og stereoskopisk dybdeoplevelse i det perciperede stereoskopiske billede opnås ved en sammensætning af tre billeder, ét i hver af tre grupper af farver.

I et *andet aspekt* angår opfindelsen indkodning af et stereogram resulterende i et farvebillede til betragtning gennem to forskelligt farvede optiske filtre, hvor den farvefordeling, der giver betragteren en kombination af farveoplevelse og stereoskopisk dybdeoplevelse i det perciperede stereoskopiske billede opnås ved en optimering, baseret på modeller af menneskets farveopfattelse, kombineret med løsning af det stereoskopiske korrespondance-problem.

I et *tredje aspekt* angår opfindelsen indkodning af et stereogram resulterende i et farvebillede til betragtning gennem to forskelligt farvede optiske filtre, hvor den farvefordeling, der giver betragteren en kombination af farveoplevelse og stereoskopisk dybdeoplevelse i det perciperede stereoskopiske billede opnås ved en sammensætning af tre billeder, ét i hver af tre grupper af farver, kombineret med en udglatningsproces anvendt på ét af disse billeder før sammensætning og eventuelt kombineret med en intensitetskorregerende sammensætning af to af disse tre billeder overført til det tredje før sammensætning.

I et *fjerde aspekt* angår opfindelsen elektronisk indkodning af et stereogram resulterende i et farvebillede til betragtning gennem to forskelligt farvede optiske filtre, hvor den farvefordeling, der giver betragteren en kombination af farveoplevelse og stereoskopisk dybdeoplevelse i det perciperede stereoskopiske billede opnås ved at de elektroniske signaler fra to eller tre elektroniske kameraer eller del-kameraer passerer igennem et elektronisk filter, der udfører en farveseparation af to billeder efterfulgt af en sammensætning af de separerede billeder og eventuelt det tredje billede til det færdige stereogram, idet filteret i løbet af signalernes passage danner tre del-billeder, ét i hver af tre grupper af farver, og udfører en udglatningsproces eventuelt kombineret med en intensitetskorregerende sammensætning af to af disse tre billeder overført til det tredje før sammensætning.

I et *femte aspekt* angår opfindelsen optisk indkodning af et stereogram resulterende i et farvebillede til betragtning gennem to forskelligt farvede optiske filtre, hvor den farvefordeling, der giver betragteren en kombination af farveoplevelse og stereoskopisk dybdeoplevelse i det perciperede stereoskopiske billede opnås ved at stereogrammet under optagelse passerer en kameraforsats eller et linsesystem, der samtidigt optager tre billeder gennem filtre hvis effekt modsvarer en farveseparation, således at der opnås ét delbillede for hver af tre grupper af farver, og med ét af billederne optaget igennem et linsesystem, hvis optegningsegenskaber relativt til linsesystemerne hørende til de to andre del-billeder har effekt af en udglatningsproces, hvorefter del-billederne samles til ét billede.

I et *sjette aspekt* angår opfindelsen et elektronisk *kamera* udstyret med et elektronisk filter og tre linsesystemer og tre separate lysfølsomme elektroniske kredse med tilhørende farveseparationsfiltre, således at kameraet optager et stereogram som ét farvebillede til betragtning gennem to forskelligt farvede optiske filtre, hvor den farvefordeling, der giver betragteren en kombination

af farveoplevelse og stereoskopisk dybdeoplevelse i det perciperede stereoskopiske billede opnås ved at de elektroniske signaler fra de tre lysfølsomme kredse passerer igennem et elektronisk filter, der sammensætter de tre delbilleder til det færdige stereogram, således at filteret i løbet af signalernes passage udfører en udglatningsproces på det ene af disse tre delbilleder eventuelt kombineret med en intensitetskorrigerende sammensætning af to af disse tre billeder overført til det tredje før sammensætning.

7 Foretrukne realiseringer af opfindelsen

I en første realisering vælges først et gengive-medium og betragtningsfiltre, tilligemed en urbillede-model for farvesyntesen ved betragtning af et konventionelt stereogram gennem for eksempel et Brewster-stereoskop, og en finalmodel for farvesyntesen ved betragtning gennem de valgte filtre. Typisk vil begge modeller til en første tilnærmelse bestå i elementær addition af kolorimetriske koordinater. Derefter gennemføres de nødvendige kolorimetriske forsøg til fastlæggelse af den opnåelige farve-gamut ved betragtning af stereoskopiske billeder gennem det valgte filterpar, en forsøgsrække, der samtidig fastlægger behovet for modifikation af den postulerede finalmodel. Stereogrammer til indkodning kan forbehandles, så deres farveværdier ligger inden for den registrerede farve-gamut, og så deres farve-fremtoning efter denne ændring er i overensstemmelse med en valgt farvefremtonings-model. Til optimeringsbrug omregnes den aktuelle billedrepræsentation til et såkaldt uniformt farverum, hvori måltallet for afvigelser mellem farver bestemmes som euklidisk afstand. Ud fra en valgt algoritme løses det stereoskopiske korrespondance-problem (for hvert stereogram) og optimeringsproblemet opstilles og løses for hver liste af homologe punktpar. Da omsætningen mellem billedrepræsentation og uniform repræsentation er ikke-lineær, er der således tale om et ikke-lineært mindste-kvadraters-problem, for hvilket et stort antal algoritmer er tilgængelige. For et punkt uden et homologt punkt sammenlignes de to positioner i delbillederne, svarende til solitær-punktets position, og en kompromis-farve vælges. (Hvis farverummets koordinater kan skales til enhedsterningen og behandles som uafhængige, kan kompromis'et baseres på funktioner af typen $C(a,b) = a + b - a \cdot b$, der favoriserer den største af to værdier, hhv. af typen $D(a,b) = a \cdot b$, der mere end favoriserer den mindste af to værdier, hvilket ofte modsvarer øje-hjernesystemets respons på overdækkede områder i delbilleder i stereogrammer, når det overdækkede område har den mindste intensitet, hhv. når det overdækkede område har den største intensitet. Hvilken af de to, der skal tages i brug, afhænger således af løsningen til korrespondance-problemet). Sluttelig samles de resulterende lister af farveværdier i form af det farvebillede, der indkoder det givne stereogram.

I en anden realisering vælges betragtningsfiltre FV og FH og et billed-farverum, såsom sRGB, og en løsningsmetode for korrespondance-problemet. For et givet stereogram løses korrespondance-problemet med den valgte metode. Stereogrammets delbilleder V og H separeres efter deres sRGB-værdier i VB, VG, VR og HB, HG og HR, og billedet TG dannes som en kombination af VG og HG, for eksempel som et vægtet gennemsnit $0.65 \cdot VG + 0.35 \cdot HG$, eller som $VG + HG - VG \cdot HG$ hhv. $VG \cdot HG$ som ovenfor beskrevet, eller adaptivt. På TG udføres udglætning i form af et *sliding strip* vægtet gennemsnit med vægte baseret på funktionen $\exp(-t^2)$, skaleret i hvert billedpunkt til et interval svarende til den fundne parallaktiske afstand. På grundlag af sammenhængen mellem betragtningsfiltrenes udslukning af monochrome billeder i én af farvetonerne R og B, når baggrunden er et uniformt billede i farvetonen G, bestemmes en intensitetskorrigerende indlejring NVG af VB i TG, således at billedet VB + NVG fremstår essentielt uniformt ("gråt") set gennem betragtningsfilteret FH; og tilsvarende bestemmes en intensitetskorrigerende indlejring NHG af HR i TG, således at billedet HR + NVG fremstår essentielt uniformt ("gråt") set gennem betragtningsfilteret FV. Sluttelig kombineres VB, NVG, TG, NVG, HB og eventuelt et uniformt billede PG i farvetonen G til det resulterende indkodede billede.

I en tredje realisering, baseret på rent lineære udregninger, opdeles et stereograms delbilleder V og H efter deres sRGB-værdier i VB, VG, VR og HB, HG og HR, billedet TG dannes som et vægtet gennemsnit af VG og HG, for eksempel som $0.65 \cdot VG + 0.35 \cdot HG$, og udglættes med en klassisk numerisk *sliding strip* teknik, hvorefter det indkodede billede fås ved sammenlægning af VB, TG og HR.

I en fjerde realisering optages stereogrammet med et elektronisk kamera, enten ved to eller tre separate optagelser, hvilket kræver at repræsentationerne af del-billederne lagres inden den videre bearbejdning, eller ved én optagelse der samtidigt optager to eller tre billeder, hvorefter repræsentationerne passerer igennem et elektronisk filter opbygget efter principperne vist i diagrammet, figur 1.

I en femte realisering optages stereogrammet med et kamera forsynet med en optisk linseforsats eller et linsesystem konstrueret efter princippet vist på diagrammet, figur 2.

I en sjette realisering optages stereogrammet med et elektronisk kamera med tre separate linse-systemer ("linser") og tre tilhørende lysfølsomme kredse, hvorefter signalerne inden lagring samles til ét billede ved passage gennem et elektronisk filter, der udfører den del af indkodningen der følger efter farveseparation efter princippet vist på diagrammet, figur 3.

8 Figurtekster

Figur 1 viser et principdiagram for det elektroniske filter omtalt i den fjerde foretrukne realisering og i krav 6. Bogstavbetegnelserne herunder er forklaret i teksten.

Element 101: farveseparationskomponent med indkommende sigal fra delbilledet V
 Element 102: farveseparationskomponent med indkommende sigal fra delbilledet T
 Element 103: farveseparationskomponent med indkommende sigal fra delbilledet H
 Element 110: komponent til udglatning
 Element 120: komponent til skalering og indlejring af repræsentationer af signaler fra element 101 og element 103
 Element 130: komponent til sammensætning af delbilleder
 Element 140: signalvej for VK, bemærk forgreningen 191
 Element 141: signalvej for HL, bemærk forgreningen 192
 Element 150: signalvej for TT
 Element 160: signalvej for TU
 Element 170: signalvej for TM
 Element 180: Signalvej for R
 Tallet 191 angiver en forgrening af 140
 Tallet 192 angiver en forgrening af 141

Figur 2 viser et principdiagram for det optiske aggregat (linseforsatsen) omtalt i den femte foretrukne realisering og i krav 7, hhv. for det optiske aggregat (linsesystemet) omtalt i den femte foretrukne realisering og i krav 8. Bogstavbetegnelserne herunder er forklaret i teksten.

Element 201: Farveseparationsfilter, vist uafhængigt af det tilhørende linsesystem, element 210
 Element 202: Farveseparationsfilter, vist uafhængigt af det tilhørende linsesystem, element 211
 Element 203: Farveseparationsfilter, vist uafhængigt af det tilhørende linsesystem, element 212
 Element 210: Linsesystem ("linse")
 Element 211: Linsesystem ("linse"), evt. med andre optiske egenskaber end elementerne 210 og 212
 Element 212: Linsesystem ("linse")
 Element 220: Spejlanordning
 Element 221: Spejlanordning
 Element 230: Sammensat optisk enhed (*beamsplitters* og linser) til samling af del-billeder

Figur 3 viser et principdiagram for det elektroniske filter omtalt i den sjette foretrukne realisering og i krav 9. Bogstavbetegnelserne herunder er forklaret i teksten.

Element 310: komponent til udglatning

Element 320: komponent til skalering og sammenlægning af repræsentationer af tre signaler

Element 330: komponent til sammensætning af delbilleder

Element 340: signalvej for VKM, bemærk forgreningen 391

Element 341: signalvej for HLM, bemærk forgreningen 392

Element 350: signalvej for TT

Element 360: signalvej for TU

Element 370: signalvej for TM

Element 380: Signalvej for R

Tallet 391 angiver en forgrening af 340

Tallet 392 angiver en forgrening af 341

Modtaget PD

11 AUG. 1999

9 Krav

1. En metode til indkodning af et givet stereogram bestående af et første delbillede V og et andet delbillede H, resulterende i et farvebillede R til betragtning gennem to forskelligt farvede optiske filtre, et første filter FV og et andet filter FH, hvor metoden er *kendetegnet ved*, at det givne stereograms farveindhold kan repræsenteres ved komposanter efter tre farve-subdomæner, et første farve-subdomæne K, et andet farve-subdomæne L og et tredje farvesubdomæne M, og at farve-subdomænerne K, L og M er parvist essentielt adskilte, og at FV transmitterer en væsentlig del af K og FH en væsentlig del af L, og at delbillederne V og H kan underkastes farveseparationer efter farve-subdomænerne K, L, M til dannelse af delbilleder VK og HL, hvor VK repræsenterer billedindholdet af V og hovedparten af farveindholdet af V efter K og mindre end hovedparten af farveindholdet af V efter L og M, og hvor HL repræsenterer billedindholdet af H og hovedparten af farveindholdet af H efter L og mindre end hovedparten af farveindholdet af H efter K og M, og at det resulterende farvebillede R kan opfattes som en sammenlægning af VK med HL og med et ikke-tomt tredje billede TM, der repræsenterer rest-farveindholdet af V og H efter M.

2. En metode til indkodning af et givet stereogram bestående af et første delbillede V og et andet delbillede H, resulterende i et farvebillede R til betragtning gennem to forskelligt farvede optiske filtre, et første filter FV og et andet filter FH, hvor metoden er *kendetegnet ved*, at stereogrammets farveindhold kan repræsenteres ved komposanter efter tre farve-subdomæner, et første farve-subdomæne K, et andet farve-subdomæne L og et tredje farve-subdomæne M, og at

farve-subdomænerne K, L og M er parvist essentielt adskilte, og at FV transmitterer en væsentlig del af K og FH en væsentlig del af L, og at der for det givne stereogram udføres en løsning af korrespondance-problemet mellem delbillederne V og H, resulterende i en opdeling af stereogrammets billedelementer i lister af homologe punktpar, og at der på grundlag af disse lister af homologe punktpar opstilles og løses et optimeringsproblem for perciperede farver af korresponderende billedelementer betragtet gennem FV og FH, relativt til konventionel stereoskopisk betragtning af korresponderende billedelementer i det givne stereogram, og at indkodningen sluttelig foretages ved at det resulterende farvebillede R realiseres som samlingen af de efter optimeringen resulterende billedelementer, positioneret i henhold til de homologe punktpars oprindelige positioner i deres respektive del-billeder.

3. En metode til indkodning af et givet stereogram bestående af et første delbillede V og et andet delbillede H, resulterende i et farvebillede R til betragtning gennem to forskelligt farvede optiske filtre, et første filter FV og et andet filter FH, hvor metoden er *kendetegnet ved*, at stereogrammets farveindhold kan repræsenteres ved komposanter efter tre farve-subdomæner, et første farve-subdomæne K, et andet farve-subdomæne L og et tredje farve-subdomæne M, og at farve-subdomænerne K, L og M er parvist essentielt adskilte, og at FV transmitterer en væsentlig del af K og FH en væsentlig del af L, og at delbillederne V og H kan underkastes farveseparationer efter farve-subdomænerne K, L, M til dannels af delbilleder VK og HM, hvor VK repræsenterer billedindholdet af V og hovedparten af farveindholdet af V efter K og mindre end hovedparten af farveindholdet af V efter L og M, og hvor HL repræsenterer billedindholdet af H og hovedparten af farveindholdet af H efter L og mindre end hovedparten af farveindholdet af H efter K og M, og at det resulterende farvebillede R kan opfattes som en sammenlægning af VK med HL og med et ikke-tomt tredje billede TM, der repræsenterer rest-farveindholdet af V og H efter M, hvor TM fremkommer ved at et tredje billede T, hvis billedelementers positioner kan relateres til positioner af billedelementer i V og H, underkastes farveseparationer efter farve-subdomænerne K, L, M til dannels af et delbillede TT, der repræsenterer hovedparten af farveindholdet af T efter M, og hvor der vælges en udglatningsmetode G, der anvendes på TT til frembringelse af TM, og hvor udglatningsmetodens virkningsgrad eventuelt kan relateres til en algoritmisk eller anslået løsning af korrespondanceproblemet for det givne stereogram, om en sådan løsning findes eller kan tilvejebringes, således at virkningsgraden af G i et billed-element af TT er størst, hvor korrespondancen mellem delbillederne V og H angiver den numerisk største adskillelse af homologe punkter, og mindst hvor korrespondancen mellem V og H angiver den numerisk mindste adskillelse af homologe punkter.

4. En metode til indkodning af et givet stereogram bestående af et første delbillede V og et andet delbillede H, resulterende i et farvebillede R til betragtning gennem to forskelligt farvede optiske filtre, et første filter FV og et andet filter FH, hvor metoden er *kendetegnet ved*, at stereogrammets farveindhold kan repræsenteres ved komposanter efter tre farve-subdomæner, et første farve-subdomæne K, et andet farve-subdomæne L og et tredje farve-subdomæne M, og at farve-subdomænerne K, L og M er parvist essentielt adskilte, og at FV transmitterer en væsentlig del af K og FH en væsentlig del af L, og at delbillederne V og H kan underkastes farveseparationer efter farve-subdomænerne K, L, M til dannelse af delbilleder VK og HM, hvor VK repræsenterer billedindholdet af V og hovedparten af farveindholdet af V efter K og mindre end hovedparten af farveindholdet af V efter L og M, og hvor HL repræsenterer billedindholdet af H og hovedparten af farveindholdet af H efter L og mindre end hovedparten af farveindholdet af H efter K og M, og at det resulterende farvebillede R kan opfattes som en sammenlægning af VK med HL og med et ikke-tomt tredje billede TM, der repræsenterer rest-farveindholdet af V og H efter M, hvor TM fremkommer ved at et tredje billede T, hvis billedelementers positioner kan relateres til positioner af billedelementer i V og H, underkastes farveseparationer efter farve-subdomænerne K, L, M til dannelse af et delbillede TT, der repræsenterer hovedparten af farveindholdet af T efter M, og hvor TT efterfølgende til dannelse af TM underkastes en modifikation, der modsvarer en indlejring af en kombination af en billed-elementvis amplitude-skaleret og til M overført repræsentation af billedindholdet af VK og en billed-elementvis amplitude-skaleret og til M overført repræsentation af billedindholdet af HL, eventuelt yderligere kombineret med et ensfarvet billede efter M.

5. En metode til indkodning af et givet stereogram bestående af et første delbillede V og et andet delbillede H, resulterende i et farvebillede R til betragtning gennem to forskelligt farvede optiske filtre, et første filter FV og et andet filter FH, hvor metoden er *kendetegnet ved*, at stereogrammets farveindhold kan repræsenteres ved komposanter efter tre farve-subdomæner, et første farve-subdomæne K, et andet farve-subdomæne L og et tredje farve-subdomæne M, og at farve-subdomænerne K, L og M er parvist essentielt adskilte, og at FV transmitterer en væsentlig del af K og FH en væsentlig del af L, og at delbilleder V og H kan underkastes farveseparationer efter farve-subdomænerne K, L, M til dannelse af delbilleder VK og HM, hvor VK repræsenterer billedindholdet af V og hovedparten af farveindholdet af V efter K og mindre end hovedparten af farveindholdet af V efter L og M, og hvor HL repræsenterer billedindholdet af H og hovedparten af farveindholdet af H efter L og mindre end hovedparten af farveindholdet af H efter K og M, og at det resulterende farvebillede R kan opfattes som en sammenlægning af VK med HL og med et ikke-tomt tredje billede TM, der repræsenterer rest-farveindholdet af V og H efter M, hvor TM fremkommer ved at et tredje billede T, hvis billedelementers positioner kan relateres til positioner af billedelementer i V og H, underkastes farveseparationer efter farve-subdomænerne K, L, M til dannelse af et delbillede TT, der

repræsenterer hovedparten af farveindholdet af T efter M, og hvor der vælges en udglatningsmetode G, der anvendes på TT til frembringelse af et billede TU, og hvor udglatningsmetodens virkningsgrad eventuelt kan relateres til en algoritrisk eller anslået løsning af korrespondanceproblemet for det givne stereogram, om en sådan løsning findes eller kan tilvejebringes, således at virkningsgraden af G i et billed-element af TT er størst, hvor korrespondancen mellem delbillederne V og H angiver den numerisk største adskillelse af homologe punkter, og mindst hvor korrespondancen mellem V og H angiver den numerisk mindste adskillelse af homologe punkter, og hvor TU efterfølgende til dannelse af TM underkastes en modifikation, der modsvarer en indlejring af en kombination af en billed-elementvis amplitude-skaleret og til M overført repræsentation af billedindholdet af VK og en billed-elementvis amplitude-skaleret og til M overført repræsentation af billedindholdet af HL, eventuelt yderligere kombineret med et ensfarvet billede efter M.

6. Et elektronisk filter til indkodning af et elektronisk optaget stereogram, hvor stereogrammet kan opfattes som bestående af et første delbillede V og et andet delbillede H, og hvor det resulterende farvebillede R i gengivelse skal betragtes gennem to forskelligt farvede optiske filtre, et første filter FV og et andet filter FH, hvor metoden er *kendetegnet ved*, at stereogrammets farveindhold kan repræsenteres ved komposanter efter tre farve-subdomæner, et første farve-subdomæne K, et andet farve-subdomæne L og et tredje farve-subdomæne M, og at farve-subdomænerne K, L og M er parvist essentielt adskilte, og at FV transmitterer en væsentlig del af K og FH en væsentlig del af L, og at der fra hvert af delbillederne V og H separeres henholdsvis billeder VK og VM og billeder HK og HM ved passage af V og H gennem en del af det elektroniske filters komponenter, hvor VK repræsenterer billedindholdet af V og hovedparten af farveindholdet af V efter K og mindre end hovedparten af farveindholdet af V efter L og M, og hvor HL repræsenterer billedindholdet af H og hovedparten af farveindholdet af H efter L og mindre end hovedparten af farveindholdet af H efter K og M, og at det resulterende farvebillede R kan opfattes som en sammenlægning af VK med HL og med et ikke-tomt tredje billede TM, der repræsenterer rest-farveindholdet af V og H efter M, hvor TM fremkommer ved at der separat optages eller ved at en del af det elektroniske filters komponenter ud fra V og H genererer et tredje billede T, hvis billedelementers positioner kan relateres til positioner af billedelementer i V og H, og hvor T ved passage gennem en del af det elektroniske filters komponenter underkastes farveseparationer efter farve-subdomænerne K, L, M til dannelse af et delbillede TT, der repræsenterer hovedparten af farveindholdet af T efter M, og hvor TT efterfølgende eventuelt underkastes en udglatning G ved passage af dele af det elektroniske filters komponenter til dannelse af et billede TU, og hvor TU til endelig dannelse af TM eventuelt efterfølgende ved passage af dele af det elektroniske filters komponenter underkastes en modifikation, der modsvarer en indlejring af en kombination af en billed-elementvis

amplitude-skaleret og til M overført repræsentation af billedindholdet af VK og en billed-elementvis amplitude-skaleret og til M overført repræsentation af billedindholdet af HL, eventuelt yderligere kombineret med et ensfarvet billede efter M.

7. Et optisk aggregat til indkodning, under fotografisk optagelse, af et stereogram der kan opfattes som bestående af to delbilleder V og H, resulterende i et farvebillede R til betragtning gennem to forskelligt farvede optiske filtre, hvor det optiske aggregat har form af en komposit linseforsats *kendetegnet ved* at der fra hvert af delbillederne V og H separeres henholdsvis et billede VK og et billede HL ved passage gennem optiske farveseparationsfiltre der kan monteres på eller er indbygget i linseforsatsen, og at der gennem linseforsatsen optages et tredje billede T, og at der fra billedet T separeres et billede TM ved passage af T gennem et optisk farveseparationsfilter, der kan monteres på eller er indbygget i linseforsatsen, og at billedet TM kan optegnes med en anden optisk karakteristik end billederne V og H i kraft af linseforsatsens optiske egenskaber, og at det indkodede stereogram sluttelig realiseres ved billed-addition af billederne VK, TM og HL ved deres samlede passage gennem en del af linseforsatsen.

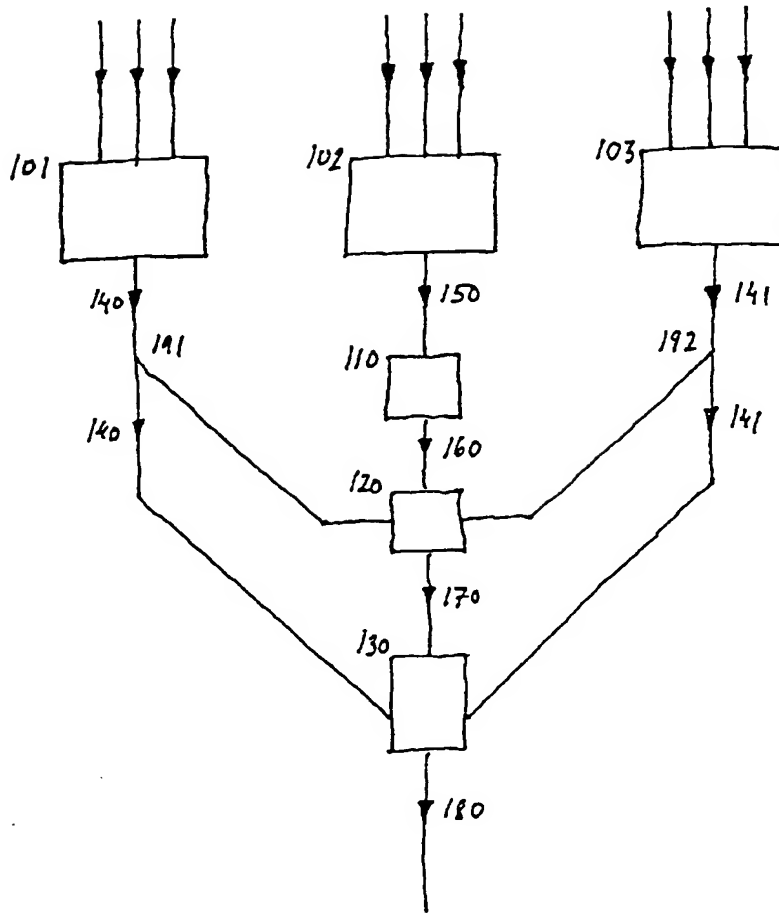
8. Et optisk aggregat til indkodning, under fotografisk optagelse, af et stereogram der kan opfattes som bestående af to delbilleder V og H, resulterende i et farvebillede til betragtning gennem to forskelligt farvede optiske filtre, hvor det optiske aggregat har form af et komposit linsesystem *kendetegnet ved*, at en første linse registrer et delbillede V, og at en anden linse registrer et delbillede H, og at der fra hvert af delbillederne V og H separeres henholdsvis et billede VK og et billede HL ved passage af V og H gennem optiske farveseparationsfiltre, der kan monteres på eller er indbygget i linsesystemet, og at der gennem linsesystemet optages et tredje billede T, og at der fra billedet T separeres et billede TM ved passage af T gennem et optisk farveseparationsfilter, der kan monteres på eller er indbygget i linsesystemet, og at billedet TM kan optegnes med en anden optisk karakteristik end billederne V og H i kraft af linsesystemets optiske egenskaber, og at det indkodede stereogram sluttelig realiseres ved billed-addition af billederne VK, TM og HL ved deres samlede passage gennem en del af linsesystemet.

9. Et elektronisk *kamera* til samtidig optagelse og indkodning af et stereogram, hvor kameraet er *kendetegnet ved*, at det besidder et elektronisk filter og tre linsesystemer og tre separate lysfølsomme elektroniske kredse, en første kreds forsynet med et farveseparationsfilter FKM, der kan være monteret foran eller i et første af kameraets linsesystemer eller være en del af den første kreds, en anden kreds forsynet med et farveseparationsfilter FLM, der kan være monteret foran eller i et andet af kameraets linsesystemer eller være en del af den anden kreds, og en

tredje kreds forsynet med et farveseparationsfilter FM, der kan være monteret foran eller i et tredje af kameraets linsesystemer eller være en del af den tredje kreds, og at den første kreds registrerer et delbillede VKM og at den anden kreds registrerer et delbillede HLM og at den tredje kreds registrerer et delbillede TT, og at det elektroniske filter efterfølgende underkaster TT enten en udglatning til dannelse af et billede TU eller en indlejring af en billed-elementvis amplitude-skalerede repræsentation af VKM og en indlejring af en billed-elementvis amplitude-skalerede repræsentation af HLM til dannelse af billedet TM, eller både en udglatning og en indlejring af en billed-elementvis amplitude-skaleret repræsentation af VKM og en indlejring af en billed-elementvis amplitude-skaleret repræsentation af HLM til dannelse af et billede TM, hvor den elektronisk udførte udglatnings art kan være afhængig af den tredje linses optiske egenskaber, hvorefter del-billederne VKM, HLM og TU, hhv. VKM, HLM og TM af det elektroniske filter samles til et resulterende billede R, der udgør det indkodede stereogram.

10 Sammendrag

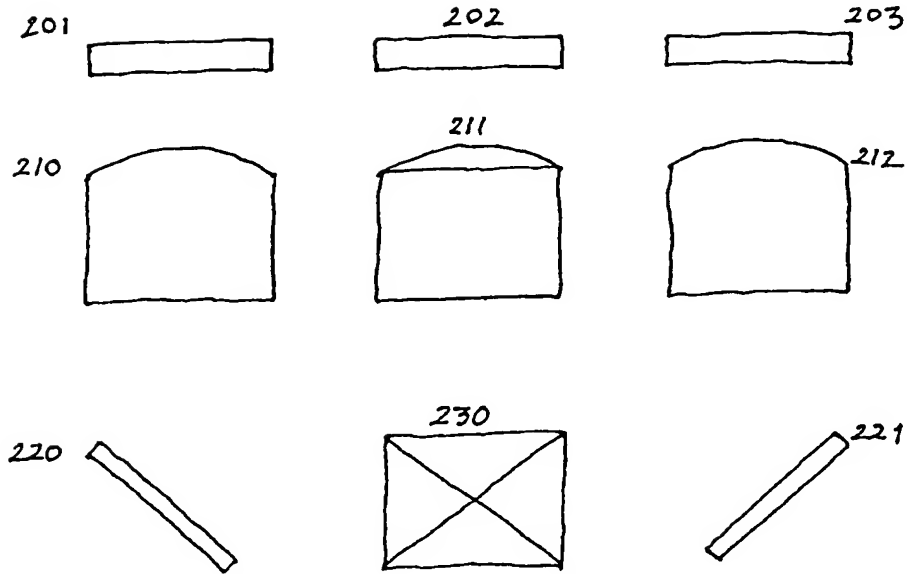
Opfindelsen udgør en metode til indkodning af et stereoskopisk billede bestående af delbillederne V og K, resulterende i et billede R beregnet for betragtning gennem to forskelligt farvede optiske filtre, hvor R kan opfattes som sammensat af tre ikke-tomme delbilleder, VK, HL og TM, hvor VK repræsenterer billedindholdet af V og den væsentligste del af farveindholdet af V efter en første farvekomponent K, og HL repræsenterer billedindholdet af H og den væsentligste del af farveindholdet af H efter en anden farvekomponent L, og TM repræsenterer den væsentligste del af rest-farveindholdet af V og H efter en tredje farvekomponent M.



Figur 1

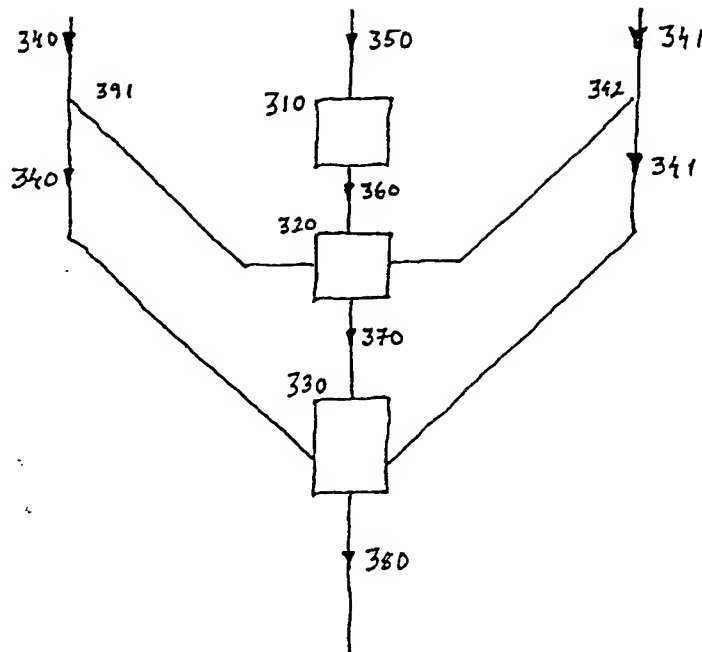
Modtaget PD

1 AUG. 1999



Figur 2

1 AUG. 1999



Figur 3